

Approved For Release STAT
2009/08/31 :
CIA-RDP88-00904R000100130

Dec

Approved For Release
2009/08/31 :
CIA-RDP88-00904R000100130



Вторая Международная конференция
Организации Объединенных Наций
по применению атомной энергии
в мирных целях

A/CONF/15/P/2234
USSR
ORIGINAL: RUSSIAN

На подается оглашению до официального сообщения из Конференции

КОБАЛЬТОВЫЕ ИСТОЧНИКИ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ
ДЛЯ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

А.В.Фибергаль, В.Л.Карпов, В.И.Синицын

И. В в е д е н и е

Использование излучений изотопных источников для различных радиационных воздействий является одной из областей применения атомной энергии в мирных целях. Результаты экспериментальных работ, в области биологии, радиационной химии и медицины, в совокупности с выявленными уже ранее направлениями использования ионизирующих излучений, обусловили, в частности, бурное развитие новой специальной отрасли техники облучения — мощных гамма-установок для радиационной обработки различных объектов.

В одном докладе невозможно изложить все многообразие вопросов применения различных изотопных источников. Поэтому авторы поставили себе более скромную задачу — осветить только использование мощных гамма-источников Co^{60} в различных областях, исходя из работ, проведенных в СССР.

Большое число задач и многообразие требований, предъявляемых различными областями применения к технике облучения определили развитие различных конструктивных типов гамма-установок. Поэтому в настоящем докладе речь будет идти, в основном, не об отдельных установках, а об уже определившихся типах, каждый из которых представлен серией действующих или строящихся установок.

Прежде чем переходить к описанию типов этих установок, рассмотрим основные области применения и некоторые результаты радиационной обработки различных объектов.

25 YEAR RE-REVIEW

-2-

I. Биология

Использование кобальтовых источников высокой интенсивности нашло широкое применение в радиобиологических экспериментах. Большинство исследований требует проведения эксперимента в строго определенных условиях. Этими условиями являются:

1. Достаточная энергия излучения, обеспечивающая равномерность распределения поглощенной энергии в объекте.
2. Независимость интенсивности излучения источника от внешних факторов (например, от колебаний напряжения).
3. Равномерное поле доз в значительном объеме.

Если электрические источники рентгеновского излучения вполне могут обеспечить осуществление первого требования, то второе и третье условия в большинстве случаев оказываются невыполнимыми.

В области радиационной обработки продуктов сельского хозяйства являются перспективными работы по облучению зерна (1), картофеля (2), вина (3) и т.д.

Ряд работ посвящен изучению метода холодной стерилизации консервирования и пастеризации пищевых продуктов (4).

Представляют большой интерес работы по исследованиям заморки куколок тутового шелкопряда при помощи облучения (5 и 6).

Использование гамма-установок для радиационной обработки сельскохозяйственных продуктов обусловлено особыми требованиями, важнейшими из которых являются:

1. Высокая производительность.
2. Наилучшее использование излучения.
3. Большой объем облучаемый одновременно.
4. Поточный метод облучения.

Эти требования заставили произвести разработку нескольких типов облучателей специализированных по объектам облучения, что характерно для большинства промышленных установок.

2. Радиационная химия

В Советском Союзе изучен ряд радиационно-химических процессов в органических и неорганических системах. Представляют практический интерес процессы радиационной полимеризации (7) получение полиэтилена под действием γ -излучения при невысоких давлениях (8)

-5-

окисления цетана (9) и других углеводородов (10).

Особым случаем процессов окисления, идущих под действием излучения, являются процессы окисления продуктами радиолиза воды, например, окисление бензола (или его производных) в фенол или другие ароматические спирты.

Реакции галоидирования органических веществ под действием ионизирующих излучений также проходят с высокими выходами по цепному механизму. (Например, реакция получения гексахлорана — важного ядохимиката).

Представляют большой практический интерес, радиационный крекинг углеводородов.

Практически важной областью является применение ядерных излучений для проведения технических процессов, связанных с действием их на высокополимерные вещества (11).

Облучение полимеров может быть использовано для модификации материалов с целью придания им желаемых свойств. Так например, радиационная вулканизация различного типа каучуков (12) для получения изделий из резины, в том числе автопокрышек.

Большие возможности, для получения разнообразных полимерных материалов, открываются при использовании гамма-излучения для инициирования процессов графт- и блок-сополимеризации.

3. Медицинская промышленность

Одной из важных отраслей медицинской промышленности является производство бактериальных препаратов. Как показали исследования (13), перспективными являются:

- приготовление убитых корпускулярных и химических вакцин (актигенных комплексов) при помощи гамма-излучения;
- холодная стерилизация готовой продукции — вакцин и анатоксинов;
- холодная стерилизация питательных сред;
- обеззараживание отходов бактериальных производств.

Кроме того ведутся работы по использованию гамма-облучателей для стерилизации медицинских материалов.

-4-

II. Развитие техники облучения с помощью препаратов Co^{60}

Препараты Co^{60} , как источники гамма-излучения, вначале нашли себе весьма широкое применение в области промышленной дефектоскопии (I4). Однако большие достоинства Co^{60} как источника гамма-излучения позволили использовать его и в других направлениях, а именно, для создания вначале гамма-терапевтических установок, а затем установок для радиационного воздействия на объекты в различных целях.

В гамма-терапевтических установках, также как и в установках для промышленной дефектоскопии, кобальтовые источники применялись в качестве точечных источников, излучение которых, как правило, использовалось в виде канализированных, направленных пучков.

Однако неравномерность дозного поля, невозможность получать высокие мощности дозы при больших габаритах объектов, низкий коэффициент использования излучения, заставили приступить к разработке и созданию специальных типов объемных облучателей для тотального равномерного облучения сравнительно больших объектов.

Первой попыткой создания подобного облучателя для экспериментальных целей явилась установка ЭГО-I (I5, I6) на 200 г.-экв.радия с кобальтовыми источниками, расположенными по цилиндрической поверхности.

Опыт создания и эксплуатации этой установки выявил ряд специфических вопросов, связанных с разработкой новой техники применения радиоактивного кобальта для целей радиационной обработки.

Основными теоретическими и техническими вопросами в этой области на первых порах явились:

1. Выбор конфигурации объемного облучателя в зависимости от задач облучения.
2. Рациональные методы расчета полей доз объемных облучателей.
3. Рациональная техника противолучевой защиты.
4. Вопросы автоматизации процесса работы.
5. Безопасная техника зарядки установок источниками и их замена со временем.

Дальнейшее развитие техники облучения и необходимость создания различных типов установок исследовательского и промышленного назначения, выявили еще ряд дополнительных вопросов, как например:

-5-

6. Производительность установок.
7. Эффективность использования излучения источников.
8. Рациональная техника транспортировки источников больших суммарных активностей.
9. Проблемы создания передвижных мощных облучателей.

Значительная часть перечисленных вопросов в настоящее время решена над другими, в особенности, над теоретическими вопросами в настоящее время ведется углубленная работа (I7, I8, I9, 20, 2I и др.

После ознакомления с опытом создания и эксплуатации первой установки для гамма-облучения, проектирование и строительство установок стало развиваться все возрастающими темпами. Появились установки с водяной защитой (I5, 22, 23) также предназначенные для радиобиологического эксперимента, установки для радиационно-химических исследований (24, 25, 26). Возникла потребность в установках, позволяющих подвергать радиационной обработке в строгих экспериментальных условиях большие количества продукта (27) и т.д.

В настоящее время имеется уже свыше 40 эксплуатируемых или строящихся и проектируемых установок разного назначения и мощности с активностью кобальтовых облучателей свыше 800 г-экв.радия.

Опыт их эксплуатации позволяет сделать ряд обобщений и выделить некоторые типы установок, обладающие своими специфическими техническими характеристиками и конструктивными особенностями.

III. Основные типы кобальтовых гамма-установок, их характеристики и конструктивные особенности

Целевое назначение установок для радиационной обработки определяет ряд требований к их конструкции и основным характеристикам.

Опыт работы с гамма-установками показывает, что наиболее важными их параметрами являются:

1. Мощность дозы, создаваемая в рабочем объеме установки.
2. Величина рабочего объема установки.
3. Производительность установки, определяемая совокупностью двух первых характеристик.
4. Равномерность поля доз и его геометрия.
5. Возможность изменения величины мощности дозы в широких пределах.
6. Суммарная активность облучателя.

2948-111

-6-

7. Характеристика отдельных источников излучения, их число, удельная активность, габариты и пр.

8. Коэффициент использования излучения определяемый для данного объекта конфигурацией облучателя и методом облучения.

Важными конструктивными параметрами являются:

1. Тип защиты установки.

2. Тип конструкции установки - подвижная или стационарная.

3. Режим работы установки - поточный или одноактный.

4. Возможность и характер автоматизации наблюдений и контроля различных параметров (температуры, давления, газовыделения и т.д.) в процессе облучения и осуществления процессов в различных условиях.

5. Тип и метод зарядки и разрядки установки источниками.

В большинстве основных областей применения выявилась необходимость в специальных типах установок.

I. Биология и сельское хозяйство

В биологии выявилась надобность в следующих типах установок:

Тип I. Гамма-установка для радиобиологических экспериментов в остром опыте с животными и растениями.

Основными требованиями являются:

а) сравнительно небольшая мощность дозы до 1000-2000 р/м;

б) возможность изменять мощность дозы в широких пределах (в 100 и более раз);

в) сравнительно большой рабочий объем, в пределах от 1 до 1000 л.

г) высокая равномерность поля доз в рабочем объеме в пределах до $\pm 10\%$ в воздухе.

Такие параметры, как производительность и использование излучения не играют существенной роли для установок, предназначенных для исследований.

Характерными представителями подобного типа установок являются - установки ГУБЭ-800 (15,23) и ЭГО-20 (15), получающие все более широкое распространение в научных учреждениях. Обе установки имеют облучатель в виде полого цилиндра. Объект помещается внутри облучателя.

Установки типа ЭГО. Облучатель цилиндрической формы, состав-

-7-

ленный из стержней, собранных из стандартных кобальтовых источников общей активностью 30 тыс.г.-экв.радия, окружает специальный карман цилиндрической формы, вделанный в стену водяного бассейна.

Перемещение стержней из положения хранения в рабочее положение осуществляется гидравлически. Глубина водяного бассейна и защита установки полностью обеспечивают обслуживающий персонал от облучения выше допустимых уровней. Для поддержания постоянного уровня воды в бассейне предусмотрен поплавковый кран.

Схема установки приведена на рисунке № I.

Установки типа ГУБЭ. Облучатель установки представляет собой набор трубок, заполненных стандартными источниками из радиоактивного кобальта и расположенных по окружности переменного диаметра. Облучатель помещен на дне цилиндрического водяного бассейна, глубиной около 3-х метров.

Путем изменения диаметра облучателя, осуществляемого посредством специального механизма, имеется возможность широко изменять мощность дозы в облучаемой камере (см.таблицу).

Камера для загрузки образцов, подлежащих облучению, представляет собой герметичный контейнер, который вводится в зону облучения при помощи подъемного механизма.

Управление установкой осуществляется с пульта, расположенного рядом с бассейном.

Внутренность колодца освещается фарами. Для поддержания постоянного уровня воды в бассейне предусмотрен поплавковый кран.

Тип П. Гамма-установка для радиобиологических экспериментов для хронического облучения животных и растений.

Основные требования:

- а) малая мощность дозы;
- б) возможность менять хотя бы ступенями мощность дозы в пределах 200-300 раз;
- в) очень большой рабочий объем облучения;
- г) равномерность поля доз в пределах $\pm 10-20\%$.

Характерным представителем таких установок является установка медико-биологической базы АМН СССР, собранная из серии источников, расположенных по окружности вблизи центра которой создается равномерное поле облучения большого объема.

Установка для хронических опытов, состоит из цилиндрического бетонного помещения, с внутренним диаметром 4м и высотой 3 м, по

2948-111

-8-

окружности которого располагаются 8 облучателей, выдвигаемых из пола на разную высоту, что позволяет устанавливать необходимую мощность дозы в камере. Вход в камеру облучения осуществляется через бетонный лабиринт. Неравномерность дозного поля составляет $\pm 10\%$ на площади около 2-х кв.м.

Облучатели собираются из стандартных кобальтовых источников активностью от I до 400 мг.экв.радия.

Мощность дозы изменяется от 0,0025 р/час до 1,25 р/час 6 ступенями.

Тип III. Гамма-установки, предназначенные для радиобиологического эксперимента с микроорганизмами.

Основными требованиями, предъявляемыми к этому типу являются:

- а) высокая мощность дозы (1000 р/с и выше);
- б) маленький рабочий объем в 50-100 миллилитров;
- в) небольшая равномерность поля доз $\pm 20 - 30\%$;
- д) специальные меры защиты объектов от теплового воздействия препаратов.

Выполнение этих требований предполагает использование препаратов с высокой удельной активностью.

Этот тип установок для радиобиологических исследований очень близок по своим основным характеристикам к уже работающим установкам для радиационно-химических исследований.

Наряду с описанными выше типами установок для полупроизводственных исследований и промышленной обработки строится или проектируется ряд установок целевого назначения, из которых опишем некоторые наиболее интересные конструкции.

Гамма-установка для массовых радиобиологических экспериментов с зерном и овощами.

Основные требования, которые предъявлялись при проектировании этой установки:

- а) мощность дозы до 5000-10000 р/м;
- б) возможность изменять мощность дозы в широких пределах;
- в) большой рабочий объем;
- г) равномерность поля доз $\pm 10\%$;
- д) высокая производительность в условиях строгого постоянства и регулируемости дозы и времени облучения.

Облучатель установки, в виде двух пластин набранных из стандартных кобальтовых источников общей активностью 30-100 тыс.г.экв.

-9-

радия помещается в бетонный блок, закрывающийся подвижной чугунной крышкой. Блок находится в сухом бассейне. При необходимости перезарядки облучателя бассейн заполняется водой, чугунная крышка откатывается и перезарядка производится при помощи ручных манипуляторов. После перезарядки крышка задвигается и бассейн осушается.

Подача продуктов в камеру облучения производится при помощи горизонтального конвейера, состоящего из цепочки тележек, движущихся по монорельсу. Конвейер движется внутри короба с наружной стороны которого смонтирован облучатель. Доза облучения регулируется скоростью движения конвейера.

При необходимости проведения ремонтных работ бассейн затопляется, стержни переносятся в аварийное хранилище, которое закрывается толстой чугунной крышкой, управляемой с помощью электро-тельфера, и бассейн осушается.

Гамма-установка для производственной радиационной обработки овощей.

Основные требования при проектировании были:

- а) производительность установки несколько тонн в час;
- б) минимальный расход изотопов;
- в) возможность мобильного использования источников излучения для обслуживания нескольких овощехранилищ.

Для этого типа установки возможность изменения мощности дозы и высокая равномерность дозного поля. не играют существенной роли.

Установка представляет собой бункер с двумя рядами стержней, между которыми просыпается облучаемый картофель. Стержни могут транспортироваться от одного бункера к другому в специальном контейнере.

Мощная гамма-установка для радиационной обработки пищевых продуктов. Эта установка позволяет облучать образцы в равномерном поле доз (с точностью $\pm 10\%$). Максимальная мощность дозы при облучении образцов, имеющих толщину 80 мм составляет 2300 р/с.

Конструктивно облучатель выполнен в виде двух плоских параллельных пластин из стержней, собранных из стандартных кобальтовых источников. Общая активность облучателя составляет около 200000 г.экв.радия.

Расстояние между пластинами облучателя может изменяться посредством дистанционного привода в пределах от 120 до 850 мм. Облучаемые образцы транспортируются между пластинами облучателя

2948-141

-10-

при помощи конвейера.

Стены камеры выполнены из бетона и имеют толщину около двух метров. Вход в камеру осуществляется через лабиринт.

В камере для облучения имеется водяной бассейн для хранения пластин облучателя в нерабочем состоянии. Для первоначальной зарядки и дозарядки облучателя предусмотрен второй водяной бассейн, соединенный с первым траншеей.

Управление механизмами подъема и опускания облучателя - дистанционное.

2. Радиационная химия

Общими требованиями к типу установок для радиационно-химических исследований являются:

1. Мощность дозы порядка сотен и тысяч фэр в сек.
2. Емкость камеры для облучения от 1 литра и более.
3. Равномерность поля доз в рабочей камере $\pm 10\%$.
4. Возможность изменения мощности дозы в широких пределах - 1 : 1000.
5. Обеспечение возможности проведения опытов в условиях различного аппаратного оформления (автоклавы, прессформы, стеклянная аппаратура, применение мешалок, подача газов, циркуляция жидкостей, нагрев, охлаждение и т.п.).
6. Обеспечение возможности дистанционного наблюдения за процессами и управления ими во время облучения.

Основным типом установки для исследовательских целей в области радиационной химии является гамма-установка К-20000 (28,29), обладающая нижеследующими основными параметрами:

- а) мощность дозы в рабочем объеме свыше 1000 р/с;
- б) рабочий объем 0,5 литра с равномерностью поля доз $\pm 10\%$;
- в) использование рабочего объема вокруг облучателя ($\sim 0,5\text{м}^3$) с мощностью дозы порядка 100 р/с.

Эта установка с источником - излучения Co^{60} активностью 21000 гр.-экв.радия была разработана на основе опыта постройки и эксплуатации радиационно-химических установок с меньшими активностями (25,26).

В установке К-20000 облучатель цилиндрической формы, позволяющий использовать внутреннюю полость для объектов и разных при-

-II-

способлений, обеспечивающих измерение различных параметров. Установка размещается в камере, из бетона, вход в которую осуществляется через лабиринт (см.рис. 2 и 3).

IV. Конфигурации облучателей и типы защиты

Наиболее распространенными конфигурациями облучателей в установках предназначенных для исследовательских целей являются: полый цилиндр и две плоскости. Для промышленной обработки сыпучих тел и радиационно-химических целей по-видимому, будут весьма перспективными облучатели более сложной конфигурации.

Это определяется тем, что основными требованиями к установкам для исследовательских целей являются равномерность поля доз в заданном объеме и регулируемость мощности дозы. Для промышленных установок наоборот, эти требования не существенны, а необходимо в первую очередь обеспечить максимальное использование излучения.

Установки в конструктивном отношении по виду применяемой защиты можно подразделить на три большие группы:

- а) установки с водяной защитой;
- б) установки с сухой защитой;
- в) установки со смешанной защитой.

Каждый из этих конструктивных типов имеет свои достоинства и недостатки.

В зависимости от того или иного метода защиты меняется технология зарядки установки препаратами и техника оборудования самой установки.

Водяная защита. Облучатель помещен в водяном бассейне и объекты облучения вводятся в облучатель тем или иным способом. Этот вид защиты, используемый для стационарных установок, дешев и весьма надежен при условии хорошей герметичной ампулировки препаратов. Эксплуатация таких установок, как ЭГО-2, ЭГО-20, ГУБЭ-800 показали большие достоинства этого метода. Особенно удобна зарядка и разрядка установки препаратами. Недостатками является повышенная влажность в рабочем помещении и возможная коррозия источников и металлических частей установки.

Сухая защита. Преимуществом этого вида защиты является отсутствие повышенной влажности в рабочем помещении, что уменьшает вероятность коррозии. Недостатком - необходимость изготовления

-12-

специальных устройств для зарядки и разрядки установки, большие трудности с ремонтом движущихся частей.

Основным представителем этого конструктивного типа являются установки серии К(К-300, К-1400, К-20000 и т.д. для радиационно-химических исследований).

Смешанная защита. Этот вид защиты весьма перспективен. Он заключается в комбинированном использовании воды и твердых защитных материалов. Имеется две модификации этого вида:

а) облучатель, помещенный в колодец с водой, выдвигается для облучения объекта в защитную кабину и после облучения убирается обратно в колодец. Эта модификация, обладая всеми достоинствами и недостатками установок с водяной защитой, одновременно обладает некоторыми преимуществами сухих установок - большим удобством манипуляции с объектами облучения и контроля за ними;

б) во второй модификации установок со смешанной защитой, вода используется только при зарядке и разрядке установки. Облучатель находится в защитной кабине без воды. Таким образом исключается повышенная влажность и возможность коррозии и сохраняются преимущества водяной защиты - простая и безопасная манипуляция с препаратами облучателя.

Представителем этого конструктивного типа является установка для массового эксперимента по радиационной обработке зерна (27).

У. Перспективы и дальнейшие задачи развития техники радиационного воздействия с помощью кобальтовых источников

В отношении перспектив использования кобальта-60 в мощных гамма-установках, можно предполагать, что он будет применяться в экспериментальных установках, а также в полупромышленных и, возможно, промышленных установках при необходимости проведения радиационной обработки объектов, для которых требуется высокая проникающая способность излучения.

Массовость применения гамма-источников Co^{60} для радиационного воздействия ставят ряд задач, над которыми и ведется работа (30).

Основными из этих задач являются:

І. Дальнейшее улучшение параметров источников Co^{60} повышение их удельной активности, разработка улучшенных методов ампулирования, разработка методов теплоотвода.

-13-

2. Дальнейшая типизация как самих установок, так и их деталей, средств транспортировки препаратов к установкам, методов зарядки и разрядки установок препаратами, а также материалов как конструктивных, так и защитных.

3. Разработка рациональных типов конструкций передвижных установок высокой производительности.

4. Выбор рациональных конфигураций облучателей для разных целей для повышения использования излучения и улучшения других характеристик.

5. Дальнейшая разработка методов расчета облучателей и защиты установок, создание номограмм и вспомогательных материалов, облегчающих проектирование и широкое использование мощных гамма-установок.

Приложение: таблица основных типов установок.

Таблица

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
некоторых действующих типовых мощных гамма-установок
с кобальтовыми источниками

№ пп	Назначение установки	Тип установки	Актив- ность облуча- теля в Г.экв. радия	Объем облучения в см ³	Мощность дозы из- лучения в р/сек	Приме- чание
I.	Экспериментальное облучение биологических объектов	ЭГО-1	300	$5 \cdot 10^3$	I,5	С переменным диаметром облучателя
		ЭГО-2	8000	$5 \cdot 10^4$	II	
		ЭГО-20	32000	$5 \cdot 10^4$	50	
		ГУБЭ-800	800	$3 \cdot 10^3 - 11 \cdot 10^4$	10-0,1	
		ГУБЭ-2000	АФИ 800	"	15-2,5	
		ГУБЭ-2000	МББ 2000	$3 \cdot 10^3 - 15 \cdot 10^4$	30-2,0	
		ГУБЭ-800	ОТИ 800	$3 \cdot 10^3$	10	
2.	Экспериментальные исследования по радиационной химии	К-300	300	30-500	200-60	
		К-1400	1400	30-500	300-100	
		К-20000	21000	$400 - 3 \cdot 10^5$	1200-20	
		К-20000Б	20000	$400 - 3 \cdot 10^5$	1200-20	

-14-

Л и т е р а т у р а

1. Передельский А.А., Румянцев Н.Д., Радионова Л.З., Бибергаль А.В., Перцовский Е.С. "Ионизирующие излучения как средство борьбы с насекомыми-вредителями зерна" Труды Всесоюзной научно-технической Конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и наук. Изд.АН СССР, 1958
2. Метлицкий Л.В., Рубин Б.А., Хрущев В.Г. "Использование гамма-излучения для удлинения сроков хранения картофеля" Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1958
3. Беридзе Г.И., Курдгелашвили М.В. "Изменение химического состава и органолептических свойств вина под влиянием облучения гамма-лучами .Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1958
4. Зеленин Б.Н., Павлова Г.Л. "Органолептические и физико-химические изменения пищевых продуктов при их консервировании гамма-лучами". Труды Всесоюзной научно-исследовательской конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд.АН СССР, 1958
5. Цецхладзе Т.В., Барков В.А., Чиковани В.Е., Чхеидзе Т.Н., Тхелидзе Л.М. "Замаривание и консервация коконов тутового шелкопряда гамма-излучением". Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд.АН СССР, 1958
6. Арифов К.А., Гуманский Г.А., Клейн Г.А., Бакинский С.З., Шепков С.Н. "К вопросу морки и консервации коконов тутового шелкопряда гамма-лучами". Известия АН УЗ.ССР, Серия физмат. наук, 1957, 2-65-73, там же, те же авторы 4,9-12
7. Медведев С.С. Перспективы использования ядерных излучений в химии". Труды Всесоюзной научно-технической Конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1958

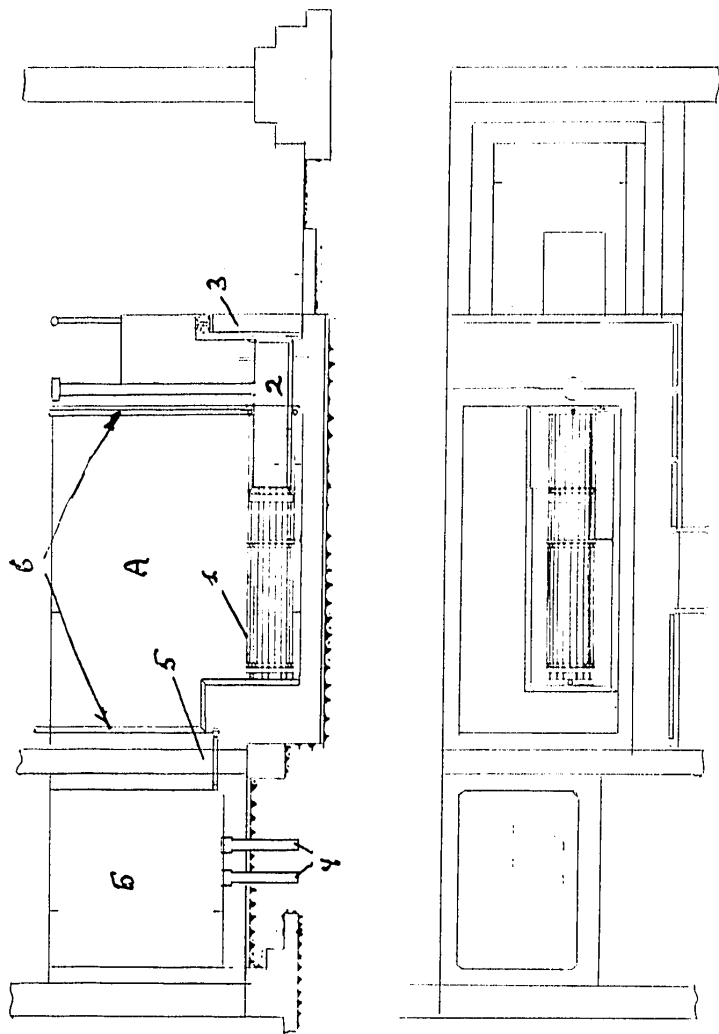
-15-

8. Медведев С.С. Труды Международной Конференции по применению радиоизотопов в научных исследованиях. Париж, сентябрь, 1957
9. Проскурнин М.А., Хмельницкий Ю.Л., Барелко Е.В., Слепнева А.Т., Мелихонова И.И. ДАН, 1957, II2, № 5, 886
10. Эмануэль Н.М. ДАН III, 1956, № 6, 1286
11. Карпов В.Л. Доклад на Сессии АН СССР по мирному использованию атомной энергии 1-5 июля 1955 г. Заседание ОХН, стр.3
12. Кузьминский А.С., Никитина Т.С., Карпов В.Л. Атомная энергия I 1956, № 3, 137
13. Троицкий В.Л., Туманян М.А., Першина З.Г., Вадимова В.М., Каулен Д.Р., Гончаренко И.М. Дуплищева А.П., Седова Т.С., Хрущев В.Г. "Пути использования ионизирующей радиации в производстве бактерий препаратов". Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1958
14. Бибергаль А.В., Бочкарев В.В., Исаев Б.М., Маргулис У.Я., Франк Г.М. "Применение радиоактивного кобальта для целей промышленной дефектоскопии металлов". Изд. АН СССР, 1950
15. Бибергаль А.В., Маргулис У.Я., Хрущев В.Г. "Принципы и техника использования радиоактивных веществ в качестве мощных гамма-источников в радиобиологии и медицине". Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1958
16. Радиобиология. Сборник статей. Изд. АН СССР, 1957, стр. 393-435
17. Бибергаль А.В., Перцовский Е.С. Журнал Биофизика, 1956, № 8
18. Ковалев Е.Е. Журнал "Атомная энергия" № 6, 1957, стр.538
19. Ковалев Е.Е. Журнал "Атомная энергия" № 6, 1957, стр.555
20. Маргулис У.Я. Журнал "Атомная энергия" № 10, 1957
21. Рябухин Ю.С., Брегер А.Х., Труды I Всесоюзного совещания по радиационной химии. Москва, март 1957, Изд. АН СССР
22. Хрущев В.Г. Журнал "Атомная энергия", 1957, № 2
23. Бибергаль А.В., Коротков М.М., Аракелов О.Г. "Гамма-установка ГУБЕ-800". Журнал "Биофизика", 1958, № 1, стр.118-122
24. Затуловский В.И. "Установка для радиационно-химических исследований". Труды Всесоюзной научно-технической конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд. АН СССР, 1956

2948-111

- 16 -

25. Брегер А.Х., Бельнский В.А., Прокудин С.Д. "Установка для радиац. хим.исследований". Журнал "Атомная энергия" I, 1956, № 4, I3I
26. Брегер А.Х., Бельнский В.А., Карпов В.Л., Прокудин С.Д. Сборник работ по действию ионизирующих излучений на неорганические и органические системы". Изд.АН СССР, 1958
27. Бибергаль А.В., Перцовский Е.С., Маргулис У.Я. Журнал "Атомная энергия", № 4, 1957, стр.376-384
28. Брегер А.Х., Бельнский В.А., Карпсв В.Л., Прокудин С.Д. Осипов В. В. Доклад на Международной конференции по применению радиоизотопов в научных исследованиях. Париж, сентябрь 1957
29. Брегер А.Х., Бельнский В.А., Карпов В.Л., Прокудин С.Д., Осипов В.В. Труды Всесоюзн. научно-технической конференции по применению радиоактивных стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке. Изд.АН СССР, 1958
30. Синицын В.И. "Задачи и направления работ в области создания и использования мощных гамма-установок". Труды Всесоюзной научно-технической Конференции по применению радиоактивных и стабильных изотопов в народном хозяйстве и науке., Изд. АН СССР, 1958, том № II



Институт радиационной физики
для облучения животных

Рис. I. Экспериментальная установка для облучения животных, тип ЭГО:
 А. Основной бассейн. Б. Бассейн для зарядки. 1. Трубки с нейтральными источниками. 2. Камера для облучения. 3. Защитная дверь. 4. Аварийные хранилища. 5. Соединяющий бассейн. 6. Трубы гидравлического управления источниками.

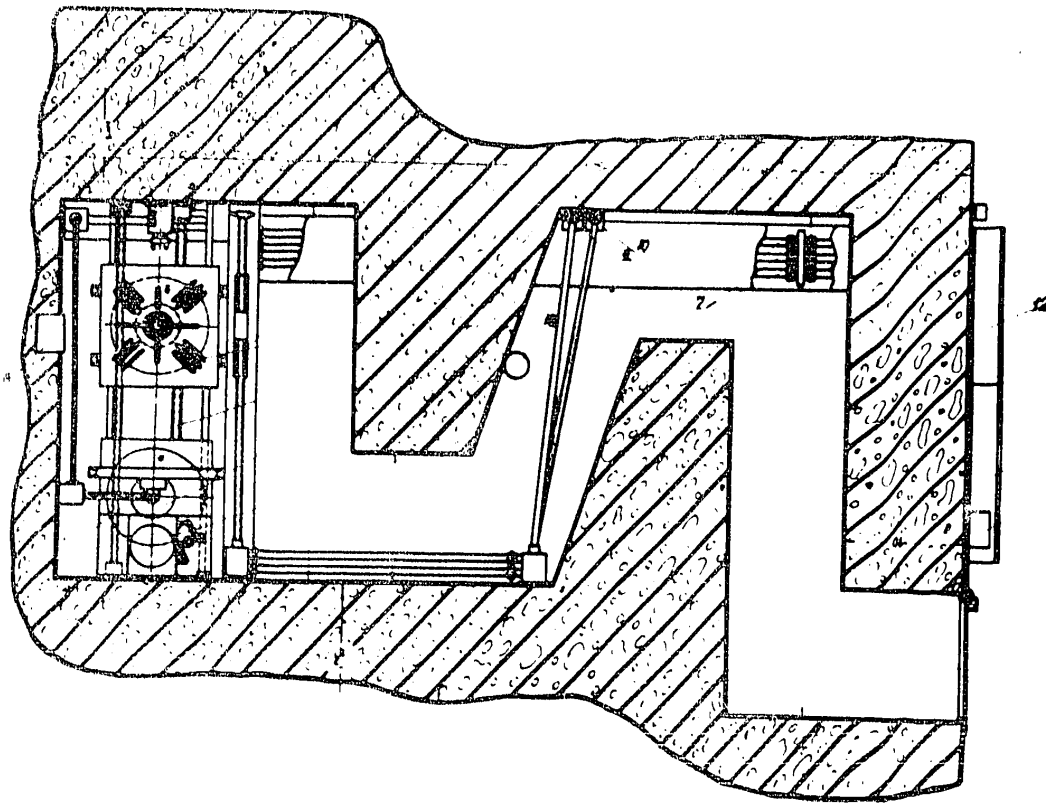


Рис. 2. Установка для радиационно-химических исследований
"Р-20000" (план)

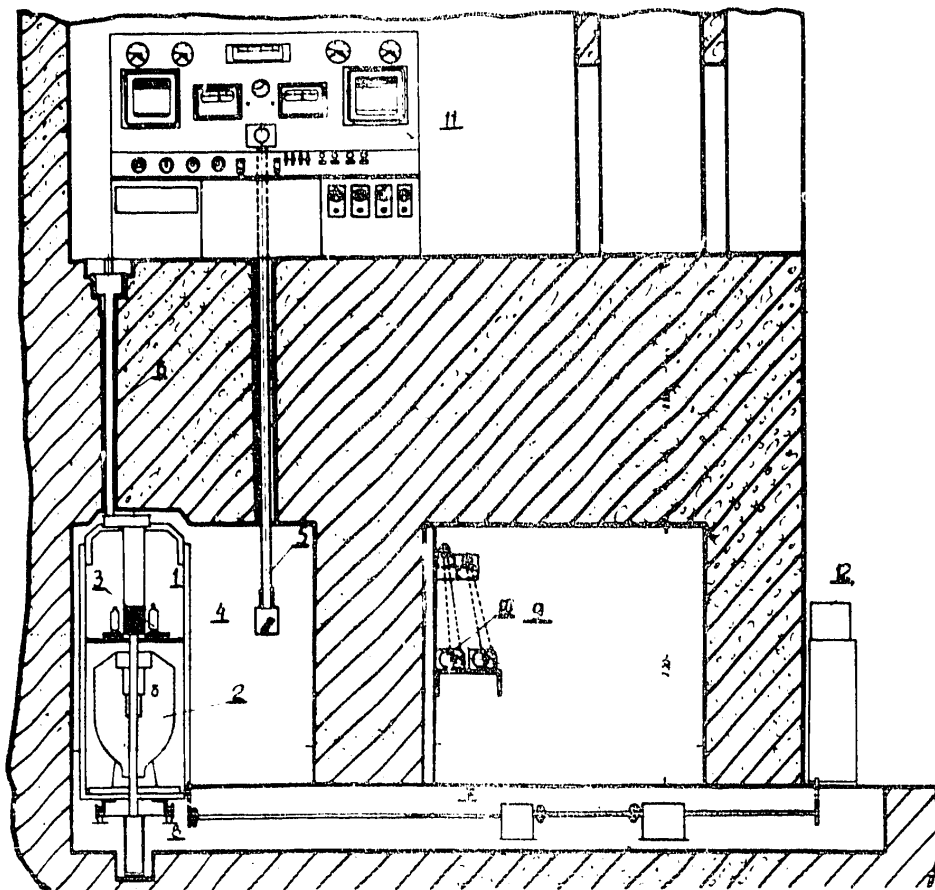


Рис.3. Установка для радиационно-химических исследований "К-20000" (продольный разрез). I. Кассета с источником γ -излучения Co^{60} . 2. Контейнер. 3. Объекты исследования. 4. Рабочий стол. 5. Перископ. 6. Механизм принудительного спуска источника в контейнер. 7. Трансмиссионные передачи. 8. Тележка контейнера с узлом подъема источника. 9. Механизм управления передвижением защитного экрана. 10. Механизм управления передвижением тележки с аварийной пробкой. II. Физико-химический пульт. I2. Пульт управления передвижением контейнера, подъемом пробки и источника